

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-247792

(43)Date of publication of application : 28.10.1987

(51)Int.Cl.

H02P 7/00

H02K 41/02

(21)Application number : 61-091655

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 21.04.1986

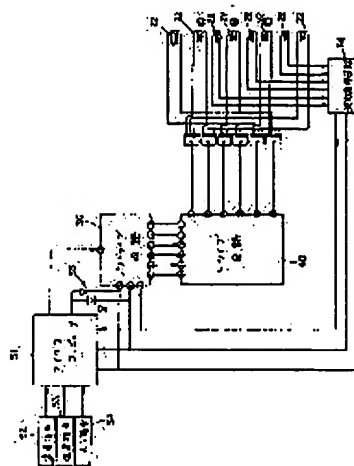
(72)Inventor : KAWABATA YASUMI

(54) LINEAR MOTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable high speed control and precision control to be performed, by switching the electrically conductive direction of excitation coils of a coil core confronted with a permanent magnet, and by accomplishing the current control of the excitation coils.

CONSTITUTION: An electromotive force from detection coils 28 for the position detecting means of a mover is waveformshaped and differentiated on a waveform processing circuit 56. So far as a micro-computer 51 is concerned, the shifting speed and shifted position of the mover are detected by differential signal from the waveform processing circuit 56, and the output of deviation signal between speed command 52, position command 53, and torque command 54 is directed to a pre-drive circuit 30. By the pre-drive circuit 30, a drive circuit 40 is controlled according to the differential signal from the waveform processing circuit 56 and signal from the micro-computer 51, and the current quantity and conductive direction of the conductive current of excitation coils 22 are controlled.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A)

昭62-247792

⑫ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)10月28日

H 02 P 7/00
H 02 K 41/02

1 0 1

B-2106-5H
B-7740-5H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全 11 頁)

⑭ 発明の名称 リニアモータ

⑮ 特 願 昭61-91655

⑯ 出 願 昭61(1986)4月21日

⑰ 発 明 者 川 端 康 己 豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

⑱ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 豊田市トヨタ町1番地

明 細 書

1. 発明の名称

リニアモータ

2. 特許請求の範囲

1. 可動子および固定子のいずれか一方に永久磁石を、他方に励磁コイルおよびコイル鉄心をそれぞれ配設してなるリニアモータであって、

電源と前記励磁コイルとの間に接続され、該励磁コイルの通電方向を切り換える通電方向切換手段と、前記可動子の移動に伴う前記永久磁石の磁束の変化を検出し出力する磁束検出手段と、該磁束検出手段からの出力を受けて、前記永久磁石が前記コイル鉄心と対向する位置にあることを検出し、励磁コイルの通電方向を切り換えるように、前記通電方向切換手段を作動させる切換作動手段とを備えるリニアモータ。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、制御内容を簡単にして、高速制御、精密制御を可能にしたリニアモータに関するもの

である。

(従来の技術)

永久磁石を利用したリニアモータとしては、可動子に永久磁石と励磁コイルを配設し、固定子に磁性体を配設して、リラクタンストルクにより推力を発生するようにしたものがある(例えば特開昭60-98863号)。

また、リラクタンストルクと永久磁石の磁力を積極的に利用するようにして高い推力を得るようにした、永久磁石と励磁コイルとを可動子と固定子とにそれぞれ分けて配設するようにしたものもある(例えば特開昭59-230460号)。

このようなりニアモータにおいては、一般に可動子の移動制御は移動境界制御により行っている。移動境界制御を行うためには、可動子の移動位置を検出して、その移動位置に同期させて励磁コイルに流す電流を制御する必要がある。

(発明が解決しようとする問題点)

しかし、上述の如き従来のものでは、その制御が複雑で、高速制御、精密制御に限界があり、コ

ストも高い問題がある。

従って、本発明の目的は、リニアモータの制御内容を簡易にして、高速制御、精密制御を可能にすることにある。

(問題点を解決するための手段)

そこで本発明は、上述の知まりニアモータにおける励磁コイルの電流制御を、永久磁石と対向するコイル鉄心の励磁コイルの通電方向を切り換えることによって達成することを特徴とする。

具体的には、本発明のリニアモータは、可動子および固定子の一方に永久磁石を、他方に励磁コイルが捲線されるコイル鉄心を配設したものであり、電源と励磁コイルとの間に励磁コイルの通電方向を切り換える通電方向切換手段を接続する。

また、磁束検出手段により、可動子の移動に伴う永久磁石の磁束の変化を検出して出力する。

そして、磁束検出手段からの出力を受けて、永久磁石がコイル鉄心と対向する位置にあることを検出し、励磁コイルの通電方向を切り換えるように、通電方向切換手段を作動させる切換作動手段

を備える。

(作用)

その結果、可動子の移動に伴って、一つの永久磁石が一つの励磁コイルに対向する位置に達すると、磁束検出手段および切換作動手段によってそれが検出され、励磁コイルの通電方向が切り換えられる。この通電方向の切換によって、その励磁コイルのコイル鉄心上を通過した永久磁石に対して引き続いて移動方向の推力(トルク)が加えられる。次に、別の永久磁石がその励磁コイルのコイル鉄心に対向する位置に達すると、同様にして再度励磁コイルの通電方向が切り換えられる。このようにして、永久磁石に連続して移動トルクが加えられ、可動子が移動される。

(実施例)

以下、本発明の実施例を図面によって説明する。

第2図～第4図は、本発明の一実施例を示し、第2図は部分斜視断面、第3図は第2図のB方向からみた断面、第4図は第3図のIV-IV線からみた断面をそれぞれ示す図である。

3

各図中、10は可動子(スライダ)、20は固定子(ステータ)であり、11は永久磁石、21はコイル鉄心である。

コイル鉄心21は、積層鉄板からなるU字状で内部に励磁コイル22が捲線され、フォルダ23上にスパーサ24を介して固定配設されている。このコイル鉄心21は、本実施例では、誘導う3個が1組とされ、複数組がフォルダ23上に直列状に配設されており、各組間で対応する位置にある励磁コイル22は、全て直列接続されている。従って、本実施例では、コイル鉄心21がU字状であることから、励磁コイル22への通電により、他方側にも1組の反対の磁極が形成されることになる。また、励磁コイル22には、永久磁石11と対向した状態を検出するために各励磁コイル22には、可動子の位置検出手段として検出コイル28が重ね巻まれ、各組間で対応する位置にある励磁コイル22の検出コイル28も全て直列接続されている。なお、本実施例では、磁束の検出を検出コイル28により行うようにしたが、他に

4

公知のホール素子あるいはマグネットレジスタンスセンサにより行ってもよい。

フォルダ23は非磁性体からなり、コイル鉄心21を配設する溝部25が設けられている。従って、コイル鉄心21も溝部に直列状に配設される。また、フォルダ23の上蓋部両側には、可動子10の移動方向に沿って低摩擦材料からなるスライドウェイ26が設けられている。

可動子10は、フォルダ23との所定間隙を保持するためのローラー13がスライドウェイ26の側面と上面とにそれぞれ当接する如く複数個設けられている。また、可動子10は、フォルダ23に配設されたコイル鉄心21の間隙に嵌装される凸状突起壁12を有し、この凸状突起壁12の両側部両側に可動子10の移動方向に沿って永久磁石11がそれぞれ配設されている。

永久磁石11は、帯土類磁石で高磁束密度のものからなり、接着剤により固着され、可動子10の移動方向に各永久磁石11の磁極が誘導う永久磁石11同士で互いに反対となるように配設され

5

6

ている。また、この永久磁石11は、本実施例では、コイル鉄心21が1組3個でU字状であることから縦幅が2列のため、フォルダ23の片面に対し4個づつ、計8個が配設されている。

このように、コイル鉄心21が1組で3個であるのに対して、永久磁石11は、対応する範囲に4個設けられている。すなわち、1組内で永久磁石11の個数がコイル鉄心21の個数より1個多くされている。

第5図は、1組を成すA～Cの三つのコイル鉄心21と可動子10の永久磁石11との位置関係を平面上で示すとともに、可動子10の移動に伴って励磁コイル22の通電方向、つまり、極性が切り換えられる様子を時間の経過と共に示している。

まず、(イ)で示すように1.のタイミングでは、Aの励磁コイル22の通電方向が切り換えられて極性が切り換えられ、順次S、S、Nとされる。すなわち、コイル鉄心21と永久磁石11とが一对一で対向（ほぼ真正面）する位置となった

ときに、コイル鉄心21の極性が切り換えられる。このように、コイル鉄心21と永久磁石11とが対向しているときには、そのコイル鉄心21と永久磁石11の間には、推力（以下トルクと称する）が発生しないが、上述のようにコイル鉄心21の個数に対して永久磁石11の個数が多くされているため、一つのコイル鉄心21と永久磁石11とが対向していても、他のコイル鉄心21と永久磁石11とは対向せず、トルクを発生している。

第5図において(ロ)は、励磁コイル22の通電方向を永しており、1.のタイミングでAの励磁コイル22の通電方向が切り換えられる。以後同様に1.、1.、1.のタイミングでコイル鉄心21と永久磁石11とが一对一で対向したとき、励磁コイル22への通電が切り換えられてコイル鉄心21の極性が切り換えられ、以後、この動作が繰り返されて、可動子10は移動される。

このようにコイル鉄心21は、一つの永久磁石11と一对一で対向したとき極性の切換が行われるが、このため、コイル鉄心21が一つの永久磁

7

石11と一对一で対向した状態を換出するべく、前述のように、励磁コイル22には、検出コイル28が巻回巻きされている。

検出コイル28は、永久磁石11の磁界の影響を受けて、起電力を発生し、その信号波形は、第5図(ハ)に示す如くとなる。すなわち、コイル鉄心21と永久磁石11とが一对一で対向する位置で起電力の方向が切り換わる交流信号を発生する。検出コイル28からの信号は、波形整形されて矩形波とされ、さらに、微分回路によって信号の微分のみが取り出される。この微分信号は、第5図(ニ)に示されており、この微分信号をトリガとしてコイル鉄心21の極性切換が行われる。なお、第5図中、双方の矢印は吸引力を示し、一方のみの矢印は反発力を示す。

以上は、1組中の励磁コイル22のコイル鉄心21の数が3個の場合について説明したが、コイル鉄心21の数は任意の数とすることができ、第5図と第6図は、コイル鉄心21の数を2と4個とした場合について互いに比較して示してある。

8

この第6図と第7図から明らかなように、1組中のコイル鉄心21の数Nに対して永久磁石11の数をN+1とすることによって可動子10の移動中、可動子の移動位置にかかわらず、常時コイル鉄心21と永久磁石11との間にトルクを発生させることができる。

第1図は、励磁コイル22の通電を制御する回路を示しており、各検出コイル28からの起電力は、波形処理回路56において波形整形されて微分され、微分信号がブリッドドライブ回路39およびマイクロコンピュータ51に送られる。ブリッドドライブ回路39は、その微分信号を受けてドライブ回路40を作動させる信号を形成し、ドライブ回路40は、各励磁コイル22の通電を制御する。また、マイクロコンピュータ51は、波形処理回路56からの微分信号によって可動子10の移動速度および移動位置を検出する。一方、マイクロコンピュータ51は、速度指令52、位置指令53、トルク指令54も受けており、微分信号によって検出される速度が速度指令52による速

9

10

度と一致するように、また、位置指令53によって決められた位置で可動子10の移動が停止するように、ブリッドドライブ回路30に信号を送り込んでいる。

第8図は、ブリッドドライブ回路30の詳細を示しており、この図から明らかなように、ブリッドドライブ回路30は、波形処理回路50からの差分信号を受けてその度反転動作するT型フリップフロップ31~33と、そのフリップフロップ31~33の出力によってマイクロコンピュータ51からの信号を選択してドライブ回路40へ送る六つのアンドゲート34~39とから成る。例えば、フリップフロップ31のT端子に波形処理回路50から差分信号を受けると、フリップフロップ31は反転動作され、開かれるアンドゲートを34から35または35から34に切り換える。

第9図には、ドライブ回路40の詳細が示されており、このドライブ回路40は、複数個のトランジスタの導通、非導通の組合せによって3回路とされた励磁コイル22の通電を制御するように

されている。すなわち、アンドゲート34が開かれてアンドゲート35が閉じられているときには、マイクロコンピュータ51からのデューティ比信号がドライブ回路40のトランジスタ41、42のベースに印加され、デューティ比信号のデューティ比でトランジスタ41、42が導通されて、Aの励磁コイル22を導通し、また、アンドゲート34が閉じられ、アンドゲート35が開かれているときには、マイクロコンピュータ51からのデューティ比信号がトランジスタ43、44のベースに印加され、トランジスタ43、44がデューティ比信号のデューティ比で導通され、Aの励磁コイル22をそれまでとは逆方向に通電する。つまり、フリップフロップ31が反転動作されてアンドゲート34、35の開閉が切り換えられることによって、Aの励磁コイル22の通電方向が切り換えられ、励磁コイル22の極性が切り換えられる。Bの励磁コイル22、Cの励磁コイル22についても、同様にフリップフロップ32、33を反転動作させることによって、その通電方

11

向が切り換えられ、極性が切り換えられる。

第10図および第11図は、マイクロコンピュータ51を動作させるプログラムのうち、主要部分をフローチャートによって示すものである。第10図のプログラムは、励磁コイル22の通電電流のデューティ比を制御するもので、1秒毎に起動される時間割り込み処理ルーチンである。

まず、ステップ101では、トルク指令54に応じて励磁コイル22の通電電流のデューティ比DUTYが求められる。これは、演算によって求めても良いし、予めメモリに格納されたデータを読み出すことによって求めても良いが、トルク指令54による指令トルクTcに対して第12図の如く求められる。

次に、ステップ102では、速度指令52による指令速度Ncと現在の速度Nとの差ΔNが求められる。現在の速度Nは、図示していないプログラムによって、波形処理回路50からの差分信号が発生される間隔を測ることによって求められる。第14図には、指令速度Ncに対する速度Nの差

12

化の様子の一例が示されている。次のステップ103では、速度差ΔNに基づいてデューティ比の補正量ΔDUTYが求められる。この補正量ΔDUTYも、上述のステップ101と同様、演算によって求めても良いし、予めメモリに格納されたデータを読み出すことによって求めても良いが、速度差ΔNに対して、第13図の如く求められる。ステップ104では、ステップ101で求められたデューティ比DUTYとステップ103で求められた補正量ΔDUTYとを加算して最終的なデューティ比DUTYが求められる。このようにして、第10図のプログラムでは、速度指令52による速度Ncを維持するように励磁コイル22への通電電流のデューティ比DUTYが制御される。

第10図のプログラムが1秒毎に秒毎に起動されるため、ステップ104によって求められるデューティ比DUTYの値をそのままプリセットブルダウンカウンタ（図示せず）にプリセットし、このダウンカウンタを1秒のクロック信号によってダウンカウントすることによって、ただちに

13

14

ダウンカウンタからは、ステップ104において求められるデューティ比DUTYのパルス信号を得ることができる。このパルス信号は、ブリッドライ回路30のa端子に送り込まれる。

第11図のプログラムは、図示していないノイン遅延ルーチンプログラム中の一部であり、可動子10の停止位置を制御するためのプログラムである。

このプログラムが起動されると、ステップ105において、位置指令53で指令された位置Pcと現在の回転位置Pとの差ΔPが求められる。現在の移動位置Pは、図示していないカウンタによって波形処理回路30からの微分信号を計数することによって計測される。

ステップ106では、位置の差ΔPが「0」であるか否かが判定される。現在の移動位置Pが指令位置Pcに達するまでの間は、ステップ105は肯定判断され、ステップ109において差ΔPが正であるか否かが判定される。このとき差ΔPは正であるため、ステップ110に進み、ここで、

発達のフラグFが「1」にセットされているか否かが判定される。このとき、フラグFはセットされていないので、ステップ110は否定判断され、現在の移動位置Pが指令位置Pcに達するまで、以上の処理が繰り返される。

やがて現在の移動位置Pが指令位置Pcに達すると、ステップ106は肯定判断されてステップ107において上述のデューティ比DUTYが「0」とされ、励磁コイル22への通電を停止する。そして、ステップ108では、フラグFを「1」にセットし、現在の移動位置Pが指令位置Pcに達したことを記憶する。

第15図に示すように、現在の移動位置Pが指令位置Pcに達しても、慣性によって可動子10は指令位置Pcに停まらず、オーバーランする。こうしてオーバーランしたときには、ステップ106、109は共に否定判断され、ステップ113においてフラグFが「1」にセットされているか否かが判定される。いま、フラグFがセットされているので、ステップ113は肯定判断されてステッ

15

プ111において逆転パルスが発生される。この逆転パルスは、第1図における逆流防止用ダイオード56を介してブリッドライ回路30のb～d端子に送り込まれ、ブリッドライ回路30の三つのフリップフロップ31～33を一斉に反転動作させる。フリップフロップ31～33が反転動作されると、上述のように、励磁コイル22の通電方向が反転され、励磁コイル鉄心21の極性が反転されるため、各永久磁石11には、第5図(イ)に矢印で示したのとは反対方向にトルクが発生する。従って、ステップ111において逆転パルスが発生されることによって、可動子10の移動方向が逆転される。そして、ステップ112では、フラグFがリセットされて「0」とされる。

可動子10へのトルクが反転されても、慣性によってただちには可動子10は逆転しないが、やがて移動方向が変えられ、第15図の如く、移動位置Pは再び指令位置Pcに到達する。このとき、ステップ106は再び肯定判断されてデューティ比DUTYがゼロとされるとともに、ステップ1

16

08においてフラグFが「1」にセットされる。

現在の移動位置Pが指令位置Pcに達しても、可動子10は再びオーバーランして今度は、ステップ109は肯定判断される。そして、ステップ110も、このときフラグFがセットされているため肯定判断されて、ステップ111において逆転パルスが発生され、再び可動子10の移動方向が逆転される。

以上の第11図の停止位置制御ルーチンプログラムによる動作を繰り返すことによって、第15図の如く、可動子10は指令位置Pcに停止される。

〔発明の効果〕

以上のように本発明によれば、リニアモータにおける励磁コイルの電流制御を、永久磁石と対向する励磁コイルの通電方向を切り換えることによって達成するので、リニアモータの移動制御の内容を簡単にして、高速制御、精密制御を可能にすることができ、さらに、コスト低減、信頼性向上、モータの小型化を図ることができるなど著しい効

17

18

果を表すものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の一実施例の制御回路を示す電気回路図、第2図～第4図は、上記実施例の機械的構成を示し、第2図は部分斜視断面図、第3図は第2図のⅢ方向からみた断面図、第4図は第3図のⅣ-Ⅳ線断面図である。第5図は、上記実施例の動作を説明するための図、第6図および第7図は、コイル鉄心と永久磁石の傾斜を述べたときの第5図と同様の説明図、第8図は、第1図のブリッドドライブ回路の詳細回路図、第9図は、第1図のドライブ回路の詳細回路図、第10図および第11図は、第1図のマイクロコンピュータの主要プログラムを示すフローチャート、第12図～第15図は、第10図および第11図のプログラムによる動作を説明するための図である。

- 10……可動子
- 11……永久磁石
- 20……固定子
- 21……コイル鉄心

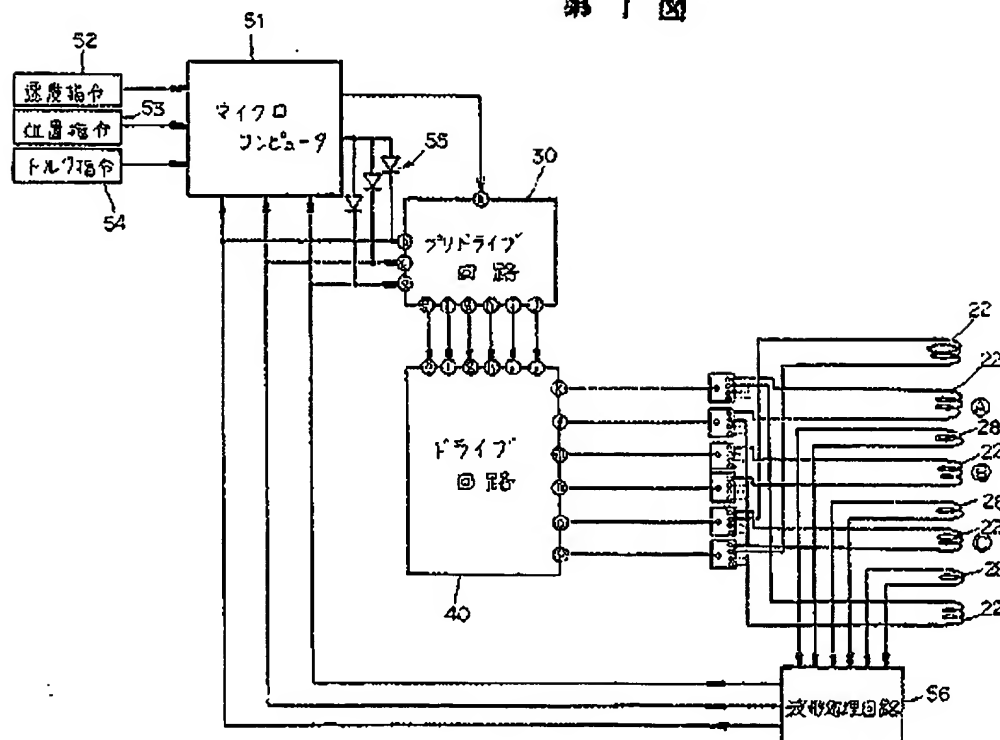
- 22……励磁コイル
- 28……検出コイル
- 40……ドライブ回路（通電方向切換手段）
- 70……切換作動手段

出願人 トヨタ自動車株式会社

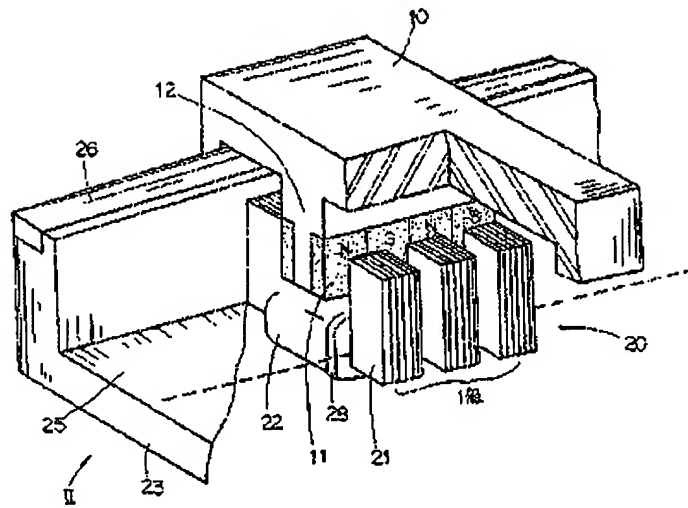
19

20

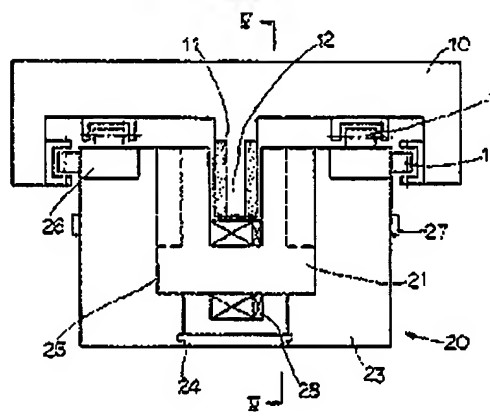
第1図



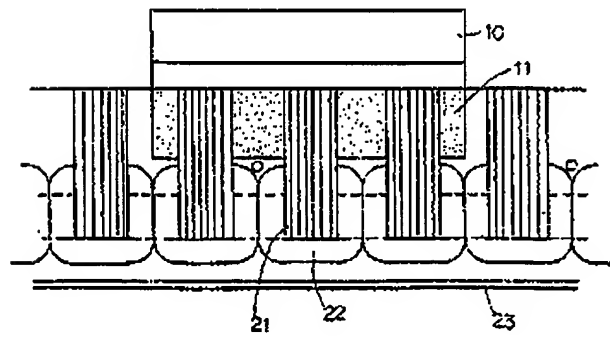
第 2 図



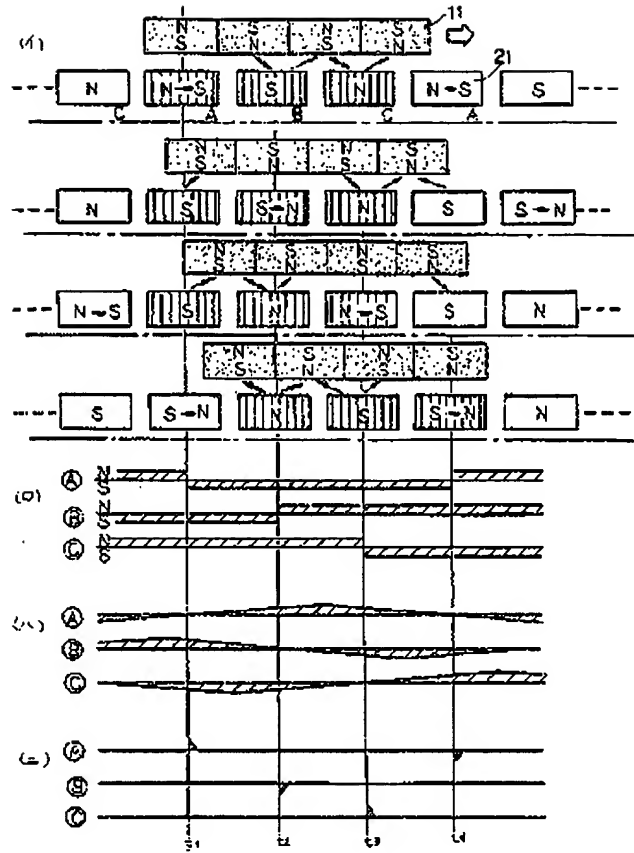
第 3 図



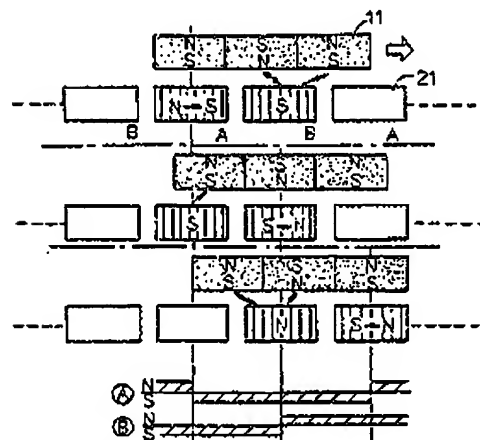
第 4 図



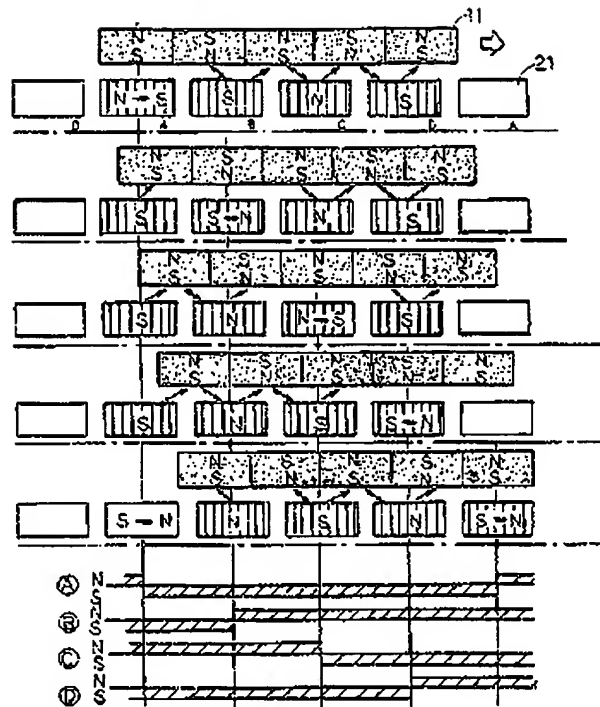
第 5 図



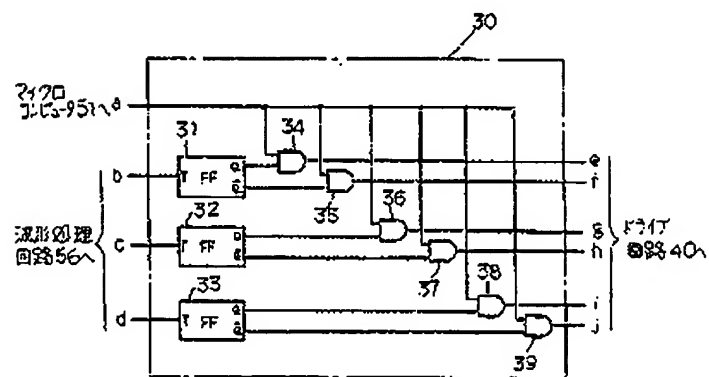
第 6 図



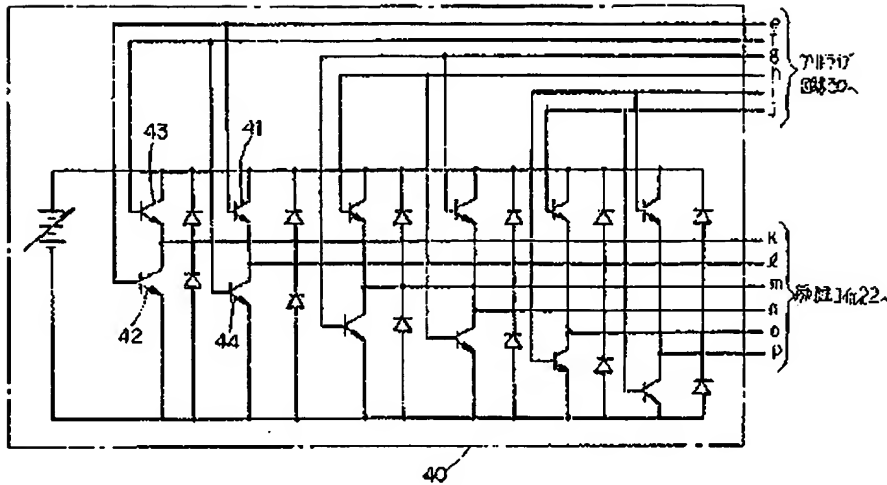
第 7 図



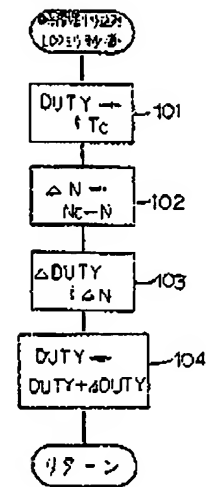
第 8 図



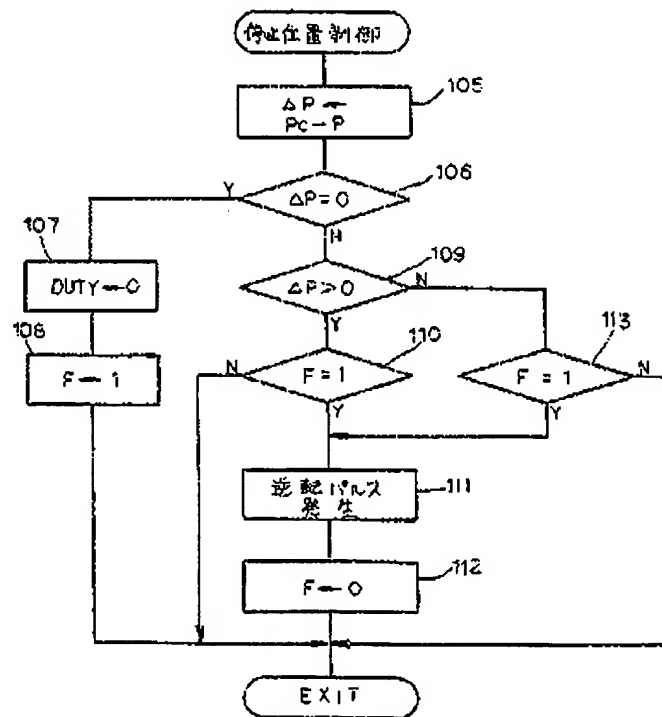
第 9 図



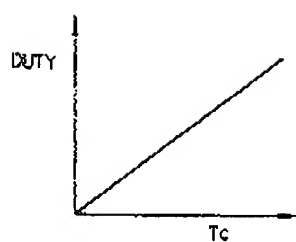
第10図



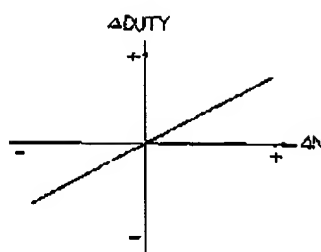
第11図



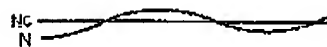
第12図



第13図



第14図



第15図

